



19 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 198 24 225 A 1**

81 Int. Cl.⁶:
H 05 K 3/22
H 05 K 3/34
B 23 K 26/00

21 Aktenzeichen: 198 24 225.5
22 Anmeldetag: 29. 5. 98
43 Offenlegungstag: 4. 2. 99

30 Unionspriorität:
9-218272 28. 07. 97 JP

71 Anmelder:
Matsushita Electric Works, Ltd., Kadoma, Osaka, JP

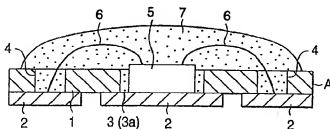
74 Vertreter:
Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner, 80336 München

72 Erfinder:
Yoshioka, Hirokazu, Osaka, JP; Yoshida, Norio,
Nara, JP; Tanaka, Kenichiro, Izumi, Osaka, JP;
Tatsuta, Jun, Shijyo-nawate, Osaka, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 **Gedruckte Schaltungsplatte**

57 Gemäß der vorliegenden Erfindung umfaßt eine gedruckte Schaltungsplatte ein Substrat 1 einschließlic eines Teileinbringungsabschnitts 3, in dem ein elektrisches Teil 5 eingebracht werden kann, eine Vielzahl von Kontaktanschlüssen 2, die jeweils auf einer Oberfläche des Substrats 1 ausgebildet sind und deren Oberflächen nach außen unter Bereitstellung externer Kontakte freigelegt sind, sowie jeweils in der anderen Oberfläche des Substrats 1 ausgebildeten Öffnungen 4 zur Einfügung von Verbindungsdrähten 6, die zur Verbindung des in den Teileinbringungsabschnitt 3 des Substrats einzubringenden elektronischen Teils 5 mit den verbundenen Kontaktanschlüssen 2 verwendet werden. Bei der gedruckten Schaltungsplatte ist jeder Kontaktanschluß 2 aus einer Metallfolie 9 gebildet, die direkt und eng an dem Substrat 1 angebracht ist. Dadurch kann eine Verringerung der Hitzebeständigkeit eines gedruckten Schaltungsplattes verhindert werden, welche auftritt, wenn die zur Bildung der Kontaktanschlüsse 2 verwendete Metallfolie unter Verwendung eines Haftmittels mit dem Substrat 1 verbunden ist.



DE 198 24 225 A 1

DE 198 24 225 A 1

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine gedruckte Schaltungsplatte, eine IC-Karte oder CSP (Packung von Chipgröße), bei welchen die gedruckte Schaltungsplatte verwendet wird, sowie auf ein Verfahren zur Herstellung der gedruckten Schaltungsplatte.

Bei der Herstellung einer gedruckten Schaltungsplatte wird, wie in Fig. 24(a) gezeigt, zunächst ein Haftmittel 8 auf eine Oberfläche des Substrats 1 aufgetragen und das Substrat wie in Fig. 24(b) gezeigt gestanztes, um dadurch eine Öffnung 3a zum Einbringen eines Teils sowie eine Vielzahl von Öffnungen 4 zur Einführung von Verbindungsdrähten zu bilden. Danach wird wie in Fig. 24(c) gezeigt eine Metallfolie 9, wie eine Kupferfolie oder dergleichen, an einer Oberfläche des Substrats 1 mit dem Haftmittel 8 befestigt. Anschließend wird die Metallfolie 9 mittels Ätzen oder dergleichen zur Konfiguration einer Schaltung bearbeitet, mit dem Ergebnis, daß wie in Fig. 24(d) gezeigt Kontaktanschlüsse 2 ausgebildet werden, durch welche äußere Kontakte mit nach außen hin freigelegten Oberflächen bereitgestellt werden. Nebenbei werden die Bodenoberfläche der Teileinbringungsöffnung 3a ebenso wie die entsprechenden Bodenoberflächen der Vielzahl von Verbindungsdrahtöffnungen 4 von diesen Kontaktanschlüssen 2 gebildet, wobei jeder der auf der Bodenoberfläche der Teileinbringungsöffnung 3a gebildeten Kontaktanschlüsse 2 ebenfalls die Funktion besitzt, das elektronische Teil 5 festzuhalten. Nach der derartigen Konfiguration der Schaltung werden, wie in Fig. 24(e) gezeigt, die Abschnitte der Schaltung, welche den äußeren Oberflächen der Kontaktanschlüsse 2 entsprechen, ebenso wie die Abschnitte, welche den Bodenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 gegenüberliegen, jeweils mit Ni und Au plattiert, um dadurch zwei Arten von Deckplattierschichten 10a und 10b herzustellen.

Allerdings ist jeder der Kontaktanschlüsse 2, wie vorstehend beschrieben, aus der Metallfolie 9 gebildet, welche mittels des Haftmittels 8 an dem Substrat 1 haftet, und daher kann der Kontaktanschluß 2 abblättern, wenn eine Beeinträchtigung des Haftmittels 8 aufgrund der Einwirkung hoher Temperaturen hervorgerufen wird; das bedeutet, daß der Kontaktanschluß 2 hinsichtlich der Hitzebeständigkeit ein Problem darstellt. Zudem ist die Dicke der gedruckten Schaltungsplatte durch die dem Haftmittel 8 entsprechende Menge erhöht, was die Verringerung der Dicke der gedruckten Schaltungsplatte erschwert.

Da zudem die Öffnungen 3a und 4 mittels Ausstanzen gebildet werden, gibt es für die Verringerung der Durchmesser der Öffnungen 3a und 4 eine Grenze und ist es zudem schwierig, den Abstand zwischen den Öffnungen 3a und 4 zu verringern. Das heißt, daß es hinsichtlich der Verringerung der Größe der gedruckten Schaltungsplatte eine Grenze gibt.

Bei der jeweiligen Bildung der zwei Arten von Deckplattierschichten 10a und 10b auf dem Abschnitt, welcher den äußeren Oberflächen der Kontaktanschlüsse 2 entspricht, und dem Abschnitt, welcher den Bodenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 gegenüberliegt, werden derartige Plattierungsvorgänge im gleichen Verfahrensschritt durchgeführt. Allerdings ist es in der Wirklichkeit schwierig, derartig verschiedene Arten von Plattierungen im gleichen Verfahrensschritt durchzuführen: das heißt, daß der den äußeren Oberflächen der Kontaktanschlüsse 2 entsprechende Abschnitt mit Ni und glänzendem Au plattiert werden muß, um dadurch die Deckplattierschicht 10a herzustellen, wohingegen der den Bodenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 gegenüberliegende Abschnitt mit Ni und nicht glänzendem Au plattiert werden muß, um dadurch die Deckplattierschicht 10b herzu-

stellen.

Andererseits ist das Herstellungsverfahren für eine Schaltungsplatte für eine CSP in der nicht geprüften japanischen Patentveröffentlichungsschrift Hei 4-3676 beschrieben.

Diese Technik weist allerdings ein derartiges Problem auf, daß bei der Bildung einer Öffnung (wobei der Begriff "Öffnung" dem erfindungsgemäß verwendeten entspricht), welche sich bis zur Oberfläche eines Schalmusters wie eines Verbindungsanschlusses erstreckt, ein Kohlendioxid-Laser verwendet wird. Aufgrund der Verwendung des Kohlendioxid-Lasers kann jedoch das das Substrat bildende Harz nicht vollständig entfernt werden. Wenn zudem ein plattierter Leiter auf der Oberfläche des Schalmusters gebildet wird oder der plattierte Leiter mit der Oberfläche des Schalmusters mittels Lötens oder Bonden verbunden wird, besitzt eine derartige Verbindung nur eine geringe Zuverlässigkeit.

Wie vorstehend beschrieben ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung einer gedruckten Schaltungsplatte mit einer hohen Verbindungszuverlässigkeit einer Golddrahtverbindung oder einer Lötverbindung und hohen Verbindungsstärke an der Oberfläche einer Metallfolie an der Öffnungsseite bereitzustellen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst.

Im einzelnen läßt man einen Ultraviolett-Laser auf die Oberfläche der Metallfolie an der Öffnungsseite einwirken, um so verbliebenen Ausschuß, wie ein Harz oder dergleichen, welcher auf der Oberfläche der Folie zurückgeblieben ist, zu entfernen und somit eine Oberflächenschicht mit einem unebenen Bindungsabschnitt auszuschließen. Als Ergebnis konnte eine glatte Oberfläche erhalten werden. Aufgrund des Erhalts der glatten Oberfläche konnte bei Verwendung dieser Schaltungsplatte für eine IC-Karte eine hohe Draht-(Golddraht-)Bindungsstärke erhalten werden, und bei Verwendung dieser Schaltungsplatte für eine CSP konnte eine hohe Verbindungsstärke einer Lötverbindung erhalten werden. Als Ergebnis wird eine gedruckte Schaltungsplatte mit hoher Verbindungszuverlässigkeit bereitgestellt.

Wenn die vorliegende gedruckte Schaltungsplatte als gedruckte Schaltungsplatte für eine IC-Karte verwendet wird, ist sie außerordentlich hitzebeständig und von kompakter Größe sowie ebenfalls hinsichtlich der Freiheit der Plattierung an den Kontaktanschlüssen verbessert.

Gemäß einer ersten erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird ein Verfahren zur Herstellung einer gedruckten Schaltungsplatte bereitgestellt, welche ein durch direktes und enges Anbringen einer Metallfolie auf mindestens einer Oberfläche der Schaltungsplatte gebildetes Schalmuster und jeweils von der anderen Oberfläche der Schaltungsplatte gebildete Öffnungen zur elektrischen Verbindung des Schalmusters dadurch einschließt, wobei das Verfahren die Schritte umfaßt:

Bildung der Öffnungen von der anderen Oberflächenseite der Schaltungsplatte; und
Glätten einer Oberfläche der Metallfolie an der Öffnungsseite durch einen Ultraviolett-Laser.

Gemäß einer zweiten erfindungsgemäßen Ausgestaltung dient die Öffnung zur Einführung eines Verbindungsdrahts.

Gemäß einer dritten erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird die Öffnung mit einem Lötmedium gefüllt, um eine Lötverbindung auszubilden.

Gemäß einer vierten erfindungsgemäßen Ausgestaltung werden die Öffnungen durch einen optischen Strahl einschließlich eines CO₂-Lasers gebildet.

Gemäß einer fünften erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird ein Substrat verwendet, dessen beide Oberflächen mit Metallfolien beschichtet sind, und nach dem Ätzen der Me-

tallfolie unter Bildung einer Öffnung wird ein CO₂-Laser mit einem Strahl mit einem größeren Durchmesser als die Öffnung auf den Öffnungsabschnitt gerichtet, um dadurch Öffnungen im Substrat zu bilden.

Gemäß einer sechsten erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird ein Substrat verwendet, das mit einer Metallfolie, deren anliegende Oberfläche oxidationsbehandelt wurde, oder mit einer oxidationsbehandelten Metallfolie, deren anliegende Kontaktfläche einer Aufrauhbehandlung unterzogen wurde, beschichtet ist.

Gemäß einer siebten erfindungsgemäßen Ausgestaltung schließt die Oberfläche einer Metallfolie auf der anderen Oberfläche des Substrats zur Ausbildung der Öffnungen mittels Bestrahlung einer Oberfläche des Substrats mit einem CO₂-Laser mindestens ein Wärmeschild oder ein Kühlrohr ein.

Gemäß einer achten erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird bei der Bestrahlung des Substrats mit einem CO₂-Laser unter Bildung der Öffnungen ein Strahlabschwächungsfilter im Zentrum des optischen Strahlengangs angeordnet.

Gemäß einer neunten erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird der Excimer-Laser auf die Öffnungen gerichtet, während dessen reflektiertes Licht überwaht wird.

Gemäß einer zehnten erfindungsgemäßen Ausgestaltung werden die Öffnungen mit Plasma behandelt.

Gemäß einer elften erfindungsgemäßen Ausgestaltung werden die Öffnungen mittels Sandstrahlen behandelt.

Gemäß einer zwölften erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird ein Substrat mit darauf beschichteten Metallfolien verwendet, werden ein oder mehrere Laser von SIG-YAG-Laser, THG-YAG-Laser, SHG-YLF-Laser und THG-YLF-Laser auf das Substrat gerichtet, um dadurch Öffnungen zu bilden, und die Metallfolien zur Konfiguration einer Schaltung bearbeitet, um dadurch Kontaktschlüsse zu bilden.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen genauer erläutert. Es zeigen:

Fig. 1(a) und (b) eine Ausführungsform einer gedruckten Schaltungsplatte für eine IC-Karte; insbesondere stellen die Fig. 1(a) und (b) jeweils Schnittschnitten davon dar;

Fig. 1(c) und (d) eine Ausführungsform einer gedruckten Schaltungsplatte für eine CSP; insbesondere stellen die Fig. 1(c) und (d) jeweils Schnittschnitten davon dar;

Fig. 2(a) bis (e) eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung einer gedruckten Schaltungsplatte; insbesondere stellen die Fig. 2(a) bis (c) jeweils Schnittschnitten der gedruckten Schaltungsplatte der jeweils bei der vorliegenden Ausführungsform durchgeführten Schritte dar;

Fig. 3(a) bis (b) Schritte zur Ausbildung von Öffnungen, welche beim vorstehend genannten Herstellungsverfahren für eine gedruckte Schaltungsplatte eingesetzt werden; insbesondere stellen die Fig. 3(a) bis (b) jeweils Schnittschnitten davon dar;

Fig. 4(a) bis (b) Schritte zur Ausbildung von Öffnungen, welche beim vorstehend genannten Herstellungsverfahren für eine gedruckte Schaltungsplatte eingesetzt werden; insbesondere stellen die Fig. 4(a) bis (b) jeweils Schnittschnitten davon dar;

Fig. 5(a) bis (c) Schritte zur Ausbildung von Öffnungen im vorstehend genannten Herstellungsverfahren für eine gedruckte Schaltungsplatte; insbesondere ist Fig. 5(a) eine Schnittschnittansicht davon, Fig. 5(b) eine Draufsicht davon und Fig. 5(c) eine graphische Darstellung einer Beziehung zwischen einem Strahlendurchmesser und der Energie;

Fig. 6 eine Schnittschnittansicht eines Schritts des Waschens einer Öffnung, welcher beim vorstehend genannten Herstellungsverfahren für eine gedruckte Schaltungsplatte einge-

setzt wird;

Fig. 7 eine Schnittschnittansicht eines Schritts des Waschens einer Öffnung, welcher bei der zweiten Ausführungsform eines Herstellungsverfahrens für eine gedruckte Schaltungsplatte eingesetzt wird;

Fig. 8 eine Schnittschnittansicht eines Schritts des Waschens einer Öffnung, welcher bei der zweiten Ausführungsform eines Herstellungsverfahrens für eine gedruckte Schaltungsplatte eingesetzt wird;

Fig. 9 eine Schnittschnittansicht eines Schritts des Waschens einer Öffnung, welcher bei der zweiten Ausführungsform eines Herstellungsverfahrens für eine gedruckte Schaltungsplatte eingesetzt wird;

Fig. 10 eine Schnittschnittansicht eines Schritts des Waschens einer Öffnung, welcher bei der zweiten Ausführungsform eines Herstellungsverfahrens für eine gedruckte Schaltungsplatte eingesetzt wird;

Fig. 11 eine Schnittschnittansicht eines Schritts des Waschens einer Öffnung, welcher bei der zweiten Ausführungsform eines Herstellungsverfahrens für eine gedruckte Schaltungsplatte eingesetzt wird;

Fig. 12 eine Schnittschnittansicht eines Schritts des Waschens einer Öffnung, welcher bei der zweiten Ausführungsform eines Herstellungsverfahrens für eine gedruckte Schaltungsplatte eingesetzt wird;

Fig. 13(a) bis (d) die jeweiligen Schritte, welche bei der dritten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens für eine gedruckte Schaltungsplatte eingesetzt werden; insbesondere sind die Fig. 13(a), (b), (c) und (d) jeweils Schnittschnitten davon;

Fig. 14(a) und (b) jeweils SEM-Bilder, die durch Fotografieren der Bodenoberfläche einer in Fig. 13(a) gezeigten Öffnung erhalten wurden;

Fig. 15(a) ein SEM-Bild, das durch Fotografieren der Bodenoberfläche einer in Fig. 13(b) gezeigten Öffnung erhalten wurde;

Fig. 15(b) ein SEM-Bild, das durch Fotografieren der Bodenoberfläche einer in Fig. 13(c) gezeigten Öffnung erhalten wurde;

Fig. 15(c) ein SEM-Bild, das durch Fotografieren der Bodenoberfläche einer in Fig. 13(d) gezeigten Öffnung erhalten wurde;

Fig. 16 ein SEM-Bild, das durch Fotografieren der Bodenoberfläche einer im Substrat gebildeten Öffnung erhalten wurde, nachdem die Öffnung durch Bestrahlen mit einem Excimer-Laser behandelt wurde;

Fig. 17 ein SEM-Bild, das durch Fotografieren der Bodenoberfläche einer im Substrat gebildeten Öffnung erhalten wurde, nachdem die Öffnung durch Bestrahlen mit einem Excimer-Laser behandelt wurde;

Fig. 18 ein SEM-Bild, das nach Behandlung einer im Substrat gebildeten Öffnung durch Bestrahlung mit einem Excimer-Laser sowie Versehen einer Kupferfolie auf der Bodenoberfläche der Öffnung mit einer Deckplattierschicht durch Fotografieren des Abschnitts der Kupferfolie erhalten wurde;

Fig. 19 ein SEM-Bild, das nach Behandlung einer im Substrat gebildeten Öffnung durch Bestrahlung mit einem Excimer-Laser sowie Versehen einer Kupferfolie auf der Bodenoberfläche der Öffnung mit einer Deckplattierschicht durch Fotografieren des Abschnitts der Kupferfolie erhalten wurde;

Fig. 20(a) bis (c) eine vierte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung einer gedruckten Schaltungsplatte; insbesondere stellen die Fig. 20(a) bis (c) jeweils Schnittschnitten der jeweiligen Schritte dar, welche bei der vierten Ausführungsform des Herstellungsverfahrens für eine gedruckte Schaltungsplatte eingesetzt werden;

Fig. 21 eine Schnittansicht eines Schritts zur Ausbildung einer Öffnung, welcher bei der vierten Ausführungsform des Herstellungsverfahrens für eine gedruckte Schaltungsplatte eingesetzt wird;

Fig. 22(a) bis (e) eine sechste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung einer gedruckten Schaltungsplatte; insbesondere stellen die Fig. 22(a) bis (e) jeweils Schnittansichten der jeweiligen Schritte dar, welche bei der vierten Ausführungsform des Herstellungsverfahrens für eine gedruckte Schaltungsplatte eingesetzt werden;

Fig. 23 eine Schnittansicht eines Schritts zur Ausbildung einer Öffnung, welcher bei der sechsten Ausführungsform des Herstellungsverfahrens für eine gedruckte Schaltungsplatte eingesetzt wird; und

Fig. 24(a) bis (e) ein herkömmliches Verfahren zur Herstellung einer gedruckten Schaltungsplatte; insbesondere stellen die Fig. 24(a) bis (e) jeweils Schnittansichten der Schritte dar, welche beim herkömmlichen Verfahren eingesetzt werden.

Als gedruckte Schaltungsplatte zur Verwendung in einer kleinen Verpackung, einer CSP (Verpackung von Chip-Größe) und dergleichen mit im wesentlichen dergleichen Größe wie ein Halbleiterchip 105, wie ein IC oder dergleichen, ist eine gedruckte Schaltungsplatte mit einer derartigen Struktur wie in Fig. 1(c) gezeigt bekannt. Bei dieser Struktur sind Anschlüsse 102 auf einer Oberfläche des Substrats 101 sowie Öffnungen 104 in dem Substrat 101 auf eine derartige Weise ausgebildet, daß die Anschlüsse 102 die Bodenoberflächen der Öffnungen 104 bilden.

Zusätzlich werden jeweils Lötmitte 116 in die Öffnungen 104 und dadurch in nahen Kontakt mit den Anschlüssen 102 auf den Bodenoberflächen der Öffnungen 104 gebracht, und gleichzeitig ragen die Lötmitte 116 teilweise als Kugeln 117 durch die Öffnungsabschnitte der Öffnungen 104 aus der Oberfläche des Substrats 101 heraus, wodurch eine derartige CSP 138, wie in Fig. 1(d) gezeigt, gebildet werden kann. Wenn danach die Erhebungen 139 des Halbleiterchips 105, wie einem IC oder dergleichen, mit den entsprechenden Anschlüssen 102 durch Löten oder eine entsprechende Verbindungsmaßnahme verbunden werden, kann der Halbleiterchip 105 in die CSP eingebaut werden.

Als gedruckte Schaltungsplatte zur Verwendung in einer IC-Karte oder dergleichen ist eine gedruckte Schaltungsplatte mit einer derartigen Struktur wie in Fig. 1(a) gezeigt vorgeschlagen. Bei dieser gedruckten Schaltungsplatte ist eine Vielzahl von Kontaktanschlüssen 2 auf einer Oberfläche des Substrats 1 bereitgestellt; Teileinbringungsöffnungen 3a und Verbindungsdrahtöffnungen 4 sind in dem Substrat 1 auf eine derartige Weise gebildet, daß die Kontaktanschlüsse 2 jeweils die Bodenoberflächen dieser Öffnungen 3a und 4 bilden; ein elektronisches Teil 5, wie ein IC oder dergleichen, ist in die Teileinbringungsöffnung 3a eingebracht; und das elektronische Teil 5 ist mit den Kontaktanschlüssen 2 über Verbindungsdrähte 6 durch die Verbindungsdrahtöffnungen 4 verbunden. Weiterhin ist ein versiegelndes Harz aufgetragen, um dadurch das Substrat 1 zu versiegeln, so daß die so hergestellte gedruckte Schaltungsplatte als Modul für eine IC-Karte verwendet werden kann.

Erfindungsgemäß wird als Substrat 1, wie in Fig. 2(a) gezeigt, eine Platte 1a mit aufgetragener Harzschrift verwendet, deren beide Oberflächen mit Metallfolien 9, wie Kupferfolien oder dergleichen, beschichtet sind. Die Platte 1a mit aufgetragener Harzschrift, welche auf beiden Seiten mit Metall beschichtet ist, kann auf folgende Weise hergestellt werden: Beispielsweise wird ein Substrat aus Glasfaser, wie Glaswolle oder dergleichen, mit einem heißhärtenden Harzlack wie Epoxidharz oder dergleichen imprägniert, um da-

durch ein mit Harz imprägniertes Substrat herzustellen, werden zwei oder mehr Stücke derartiger mit Harz imprägnierter Substrate von Fall zu Fall aufeinander gelagert und beide Seiten davon sandwichartig zwischen den Metallfolien 9 angeordnet, unter Erhitzen zur Härtung des Harzes des mit Harz imprägnierten Substrats durch Walzen bewegt (eine Druckausübung durch die Walzen ist nicht notwendig), mit dem Ergebnis, daß die Metallfolien 9 aufgeschichtet und mittels des gehärteten Harzes einstückig mit dem mit Harz imprägnierten Substrat verbunden werden. Daß heißt, daß die Platte 1a mit aufgetragener Harzschrift auf eine derartige Weise hergestellt werden kann, daß die Metallfolien 9 einstückig auf beiden Oberflächen des Substrats 1, das aus dem mit Harz imprägnierten Substrat gebildet ist, ausgebildet werden. Beispielsweise kann die Platte 1a mit aufgetragener Harzschrift auf eine derartige Weise hergestellt werden, daß die Metallfolien (Kupferfolien) 9 mit einer Dicke von 8 µm einstückig auf beiden Oberflächen eines Glasepoxidsubstrats 1 mit einer Dicke von 100 µm ausgebildet werden, um dadurch eine beschichtete Platte zu erzeugen. Die Platte 1a mit aufgetragener Harzschrift, welche auf beiden Seiten mit Metall beschichtet ist, kann als Substrat 1 verwendet werden, welches eine höhere Oberflächenglattheit und eine einheitlichere Dicke als eine ohne Aufbringen der Metallfolien 9 auf beide Oberflächen hergestellte beschichtete Platte aufweist. Es sollte zudem hier bemerkt werden, daß die Metallfolien 9 nicht unter Verwendung eines Haftmittels an dem Substrat 1 gebunden sind, sondern direkt und eng an dem Substrat 1 aufgrund der selbsthaftenden Wirkung des im Substrat 1 enthaltenen Harzes angebracht sind.

Hierbei besitzt das Substrat 1, welches wie vorstehend beschrieben Glasfasern wie Glaswolle oder dergleichen enthält, eine ausgezeichnete Festigkeit, elektrische Isolierfähigkeit sowie Feuchtigkeitsbeständigkeit. Daher kann unter Verwendung des Substrats 1, welches derartige Glasfasern enthält, eine gedruckte Schaltungsplatte mit hoher Festigkeit, elektrischer Isolierfähigkeit sowie Feuchtigkeitsbeständigkeit hergestellt werden.

Anschließend wird ein Ätzzestrit an die an eine Oberfläche (beispielsweise die untere Oberfläche) des Substrats 1 aufgetragene Metallfolie 9 gebunden, wohingegen kein Ätzzestrit an die auf die andere Oberfläche (beispielsweise die obere Oberfläche) des Substrats 1 aufgetragene Metallfolie gebunden wird. Nach der Belichtung und Entwicklung des Ätzzests wird die zwei Metallfolien 9 jeweils geätzt, so daß wie in Fig. 2(b) gezeigt die Metallfolie 9 auf einer Oberfläche des Substrats 1 für die Konfiguration einer Schaltung unter Bildung von Kontaktanschlüssen 1 bearbeitet wird, und gleichzeitig die Metallfolie 9 auf der anderen Oberfläche des Substrats 1 unter Freilegung der Oberfläche des Substrats 1 entfernt wird.

Da bei der vorliegenden Ausführungsform, wie vorstehend beschrieben, die Platte 1a mit aufgetragener Harzschrift, welche auf beiden Oberflächen mit Metall beschichtet ist, als Substrat 1 verwendet wird, besitzt das Substrat 1 im Vergleich zu einem Fall, bei dem eine beschichtete Platte ohne Aufbringen der Metallfolien 9 auf ihre Oberflächen hergestellt wird, eine höhere Oberflächenglattheit ebenso wie eine einheitlichere Dicke, wodurch die Herstellung einer gedruckten Schaltungsplatte von hoher Qualität möglich wird. Zudem werden die Kontaktanschlüsse 2 aus der zuvor auf das Substrat 1 aufgetragenen Metallfolie 9 hergestellt, wodurch die Notwendigkeit der Ausführung eines herkömmlich verwendeten komplizierten Vorgangs umgangen wird, bei welchem nach dem Entfernen der zuvor auf beide Oberflächen des Substrats 1 aufgetragenen Metallfolien 9 vor der Bildung der Öffnungen 3a und 4 die zur Bil-

dung der Kontaktanschlüsse 2 verwendete Metallfolie 9 erneut an das Substrat 1 angebracht wird. Dadurch wird die Möglichkeit einer Verlängerung des Herstellungsverfahrens sowie einer Erhöhung des Materialverlustes ausgeschlossen. Weiterhin werden die Metallfolien 9 nicht unter Verwendung eines Haftmittels an das Substrat 1 gebunden, sondern direkt aufgrund der selbsthaftenden Wirkung des im Substrat 1 enthaltenen Harzes eng an das Substrat 1 angebracht, wodurch die aus einer derartigen Metallfolie 9 gebildeten Kontaktanschlüsse 2 ebenfalls direkt und eng in Kontakt mit dem Substrat 1 gebracht werden, wodurch das bei einem Fall, bei welchem die Metallfolien 9 unter Verwendung eines Haftmittels angebonden werden, entstehende Problem einer Beeinträchtigung der Kontaktanschlüsse 2 hinsichtlich der Hitzebeständigkeit vermieden wird. Aufgrund dessen ist die Herstellung einer gedruckten Schaltungsplatte mit hoher Beständigkeit gegen Hitze möglich. Da zudem die Verwendung eines Haftmittels nicht notwendig ist, kann die Dicke der gedruckten Schaltungsplatte verringert werden.

Nachdem die Metallfolie 9 zur Konfiguration einer Schaltungsbearbeitet ist und dadurch die Kontaktanschlüsse 2 auf einer Oberfläche des Substrats 1 auf die vorstehend beschriebene Weise ausgebildet sind, werden zwei oder mehr Stücke einer Deckplattierschicht 10a jeweils auf den freigelegten Oberflächen der Kontaktanschlüsse 2 auf eine in Fig. 2(c) gezeigte Weise gebildet. Die Deckplattierschicht 10a kann durch Plattieren des entsprechenden Kontaktanschlusses 2 mit Ni und anschließend weiteren Plattieren des so Ni-plattierten Kontaktanschlusses 2 mit glänzendem Au erhalten werden.

Anschließend wird das Substrat 1 zur Ausbildung der Öffnungen 3a und 4 darin bearbeitet. Die Bearbeitung oder Bildung der Öffnungen 3a und 4 kann durch Aufbringen eines optischen Strahls auf das Substrat 1, von dessen Oberfläche die Metallfolie 9 entfernt worden ist, erreicht werden, wodurch der mit dem optischen Strahl behandelte Abschnitt des Substrats 1 entfernt wird. Somit können, wie in Fig. 2(d) gezeigt, die Öffnungen 3a und 4 auf eine derartige Weise gebildet werden, daß die auf einer Oberfläche des Substrats 1 gebildeten Kontaktanschlüsse 2 jeweils die Bodenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 bilden. Da der Durchmesser des optischen Strahlenbündels verringert werden kann, können die Öffnungen 3a und 4 unter Verwendung des kleineren Durchmessers des optischen Bündels bearbeitet werden und gleichzeitig auf eine derartige Weise bearbeitet werden, daß der Abstand zwischen ihnen auf einen kleinen Wert eingestellt wird. Daher können die Öffnungen 3a und 4 von geringer Größe in dem Substrat 1 so ausgebildet werden, daß sie in hoher Dichte angeordnet sind, wodurch die gedruckte Schaltungsplatte kompakt gemacht werden kann.

In diesem Fall kann als optischer Strahl ein CO₂-Laser verwendet werden. Da jedoch allein durch die Behandlung unter Verwendung des CO₂-Lasers die Oberfläche der Metallfolie 9 nicht vollständig freigelegt werden kann, kann im letzten Schritt der Behandlung durch Bestrahlung mit einem Excimer-Laser anstatt des CO₂-Lasers die Behandlung zur Entfernung von auf der Oberfläche verbliebenen Staub in einem perfekten Maß durchgeführt werden. Natürlich kann eine Behandlung unter Verwendung eines Excimer-Lasers von Beginn an durchgeführt werden, um dadurch die Öffnungen 3a und 4 zu bilden. Für eine schnelle Ausbildung der Öffnungen 3a und 4 kann jedoch vorzugsweise zunächst der CO₂-Laser verwendet werden.

Nebenbei bemerkt, können anstelle des Schritts der Ausbildung der Öffnungen unter Verwendung eines CO₂-Lasers ebenfalls andere verschiedene Schritte, wie ein mechanischer Schritt unter Verwendung von Sandstrahlen oder Stanzen und dergleichen, eingesetzt werden.

In einem derartigen Fall dient die zur Befestigung elektrischer Teile 5 verwendete Öffnung 3a als später beschriebener Teileinbringungsabschnitt (Hohlraum) 3, und die zur Hindurchführung eines Verbindungsdrahts verwendete Öffnung 4a dient als Verbindungsdrahtöffnung 4. Eine Vielzahl von Verbindungsdrahtöffnungen 4 ist derart ausgebildet, daß die Verbindungsdrahtöffnungen 4 den Teileinbringungsabschnitt 3a umgeben. Die Öffnungen 3a und 4 sind derart gebildet, daß die durch den Teileinbringungsabschnitt 3a und die Verbindungsdrahtöffnungen 4 definierte Lucke am peripheren Abschnitt zwischen nicht größer als der Durchmesser der Verbindungsdrahtöffnungen 4 ist. Als Ergebnis besitzt die Anordnung der Öffnungen 3a und 4 eine hohe Dichte, wodurch die gedruckte Schaltungsplatte verkleinert wird.

Da zudem der Teileinbringungsabschnitt 3 (Hohlraum), in welchen das elektronische Teil 5 eingebracht werden kann, als Öffnung 3a auf diese Weise ausgebildet und zudem zur gleichen Zeit bearbeitet und ausgebildet wird, wenn die Verbindungsdrahtöffnungen 4 bearbeitet und ausgebildet werden, kann nicht nur die Zahl der Bearbeitungsvorgänge verringert werden, sondern zudem, wenn das elektronische Teil 5 in den Teileinbringungsabschnitt 3 auf die vorstehend beschriebene Weise eingebracht wird, das elektronische Teil 5 in der Öffnung 3a aufbewahrt werden, wodurch das Herausragen des elektronischen Teils 5 auf der Oberfläche des Substrats 1 verringert werden kann, wodurch wiederum die Größe der gedruckten Schaltungsplatte für eine IC-Karte, in der das elektronische Teil 5 angebracht ist, verringert werden kann.

Als vorstehend genannter optischer Strahl kann ein CO₂-Laser verwendet werden. Der CO₂-Laser ist hinsichtlich seiner Strahlungsenergie leicht steuerbar, kann die Steuerung der Tiefen der Öffnungen 3a und 4 bei deren Bearbeitung erleichtern, kann leicht von einem isolierendem Material wie einem Epoxidharz oder dergleichen absorbiert werden und wirkt nur wenig auf die Metallfolie 9 wie Kupferfolien oder dergleichen ein. Das heißt, er durchdringt die Metallfolien 9 schlecht und verursacht kaum Risse darin. Aufgrund dieser Eigenschaften des CO₂-Lasers können unter Verwendung des CO₂-Lasers die Öffnungen 3a und 4 bearbeitet werden, ohne daß sie viel Schaden dabei erleiden. Wenn beispielsweise der Strahl eines CO₂-Lasers mit einer Ausgangsleistung von 1500 W, 300 mJ/Puls mit einer Energiedichte von etwa 4 J/mm² auf die zu bearbeitende Oberfläche gestrahlt wird, können die Öffnungen 3a und 4 bearbeitet werden.

Wie vorstehend beschrieben wirkt der CO₂-Laser nur wenig auf die Metallfolien 9 ein. Wenn es jedoch keine Austrittsmöglichkeiten gibt, besteht die Gefahr, daß durch den CO₂-Laser die Metallfolien 9 beschädigt werden können. Angesichts dessen wird bei der in den Fig. 3(a) und (b) gezeigten Ausführungsform, wie in Fig. 3(a) gezeigt, an dem Substratsabschnitt, in dem die Öffnungen 3a und 4 bearbeitet werden sollen, eine Heizstrahlplatte 42 derart bereitgestellt, daß sie mit der Oberfläche der Metallfolie 9 in Kontakt steht, und wie in Fig. 3(b) gezeigt ein CO₂-Laser L auf das Substrat aufgebracht, um dadurch die Öffnungen 3a und 4 zu bilden. Als Heizstrahlplatte 42 kann eine extrem wärmeleitende Metallplatte und dergleichen verwendet werden. Durch die Verwendung einer derartigen Heizstrahlplatte kann eine aufgrund der Anwendung des CO₂-Lasers L entstehende Hitze auf derartige Weise wie durch die Pfeile in Fig. 3(b) gezeigt abgestrahlt werden, wodurch die Hitzebeschädigung der Metallfolie 9 verringert werden kann.

Bei einer in den Fig. 4(a) und (b) gezeigten Ausführungsform wird ein Wasserkühlungsrohr 44 verwendet, welches so aufgebaut ist, daß es in Zusammenarbeit mit einem damit

verbundenen Kühlwasserzuführrohr 43 die Zirkulation von Kühlwasser gestattet. Insbesondere ist das Wasserkühlungsrohr 44 an den Abschnitten des Substrats 1, in denen die Öffnungen 3a und 4 bearbeitet werden sollen, auf derartige Weise angeordnet, daß sich das Wasserkühlungsrohr 44 in Kontakt mit der Oberfläche der Metallfolie 9 befindet, und danach wird, wie in Fig. 9(b) gezeigt, ein CO₂-Laser L auf das Substrat 1 gerichtet, um dadurch die Öffnungen 3a und 4 zu bearbeiten oder auszubilden. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann aufgrund der Anwendung des CO₂-Lasers L entstehende Hitze mittels des Wasserkühlungsrohrs 44 abgeführt werden, wodurch der Hitzeschaden der Metallfolien 9 verringert werden kann.

Bei der Bearbeitung des Substrats 1 zur Bildung der Öffnungen 3a und 4 unter Verwendung der Strahlung des CO₂-Lasers, wie vorstehend beschrieben, weist der Zentralabschnitt des Strahlendurchmessers eine starke Energie auf, wenn der Strahlenmodus des Kohlendioxids, wie in Fig. 5(c) gezeigt, ein Einfachmodus ist, wodurch sich die Gefahr erhöht, daß sich in den Zentralabschnitten der Öffnungen 3a und 4 die Hitze auf den Abschnitten der Metallfolien 9, welche sich auf den Bodenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 befinden, konzentrieren und somit diese Abschnitte beschädigen. Angesichts dessen wird bei einer in den Fig. 5(a) bis (c) gezeigten Ausführungsform ein Strahlabschwächungsfilter 45 im Zentrum des optischen Strahlengangs des CO₂-Lasers L angeordnet. Der Strahlenabschwächungsfilter 45 kann aus synthetischem Quarz oder dergleichen mit einem Lichttransmissionskoeffizienten von 70 bis 90% gebildet sein. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist ein Strahlenabschwächungsfilter 45 mit einem kleineren Durchmesser als der Strahlendurchmesser des CO₂-Lasers L, wie in den Fig. 5(a) und (b) gezeigt, durch eine Vielzahl von Metalldrähten 46 derart befestigt, daß er im Zentrum des optischen Strahlengangs des CO₂-Lasers L angeordnet ist (in Fig. 5(b) ist der Strahlenbereich des CO₂-Lasers L durch eine gepunktete Linie dargestellt). Das bedeutet, daß bei Anwendung des CO₂-Lasers L zur Bearbeitung des Substrats 1 unter Bildung der Öffnungen 3a und 4 und gleichzeitiger Anordnung des Strahlenabschwächungsfilters 45 im Zentrum des optischen Strahlengangs des CO₂-Lasers L die starke Energie des zentralen Teils des Strahlendurchmessers abgeschwächt werden kann, wodurch es möglich wird, die Hitze vor dem Auftreffen auf die Abschnitte der Metallfolie 9 zurückzuhalten, welche in den Zentralabschnitten der Öffnungen 3a und 4 angeordnet sind, wodurch eine Beschädigung der Metallfolie 9 aufgrund einer derartigen Hitzekonzentration verhindert werden kann.

Als die beiden Seiten des Substrats 1 überlagerten Metallfolien 9 wird vorzugsweise eine Metallfolie verwendet, deren in Berührung mit dem Substrat 1 tretende Kontakt oberfläche oxidationsbehandelt ist. Insbesondere wenn die Oberfläche der Metallfolie 9, wie einer Kupferfolie oder dergleichen, oxidationsbehandelt wird, kann die Oberfläche der Metallfolie 9 nicht nur dunkel gefärbt, sondern auch aufgeraut werden. Daher ist die Oberfläche des in engen Kontakt mit dem Substrat 1 befindlichen Kontaktschlusses 2, der aus einer derartigen oxidationsbehandelten Metallfolie 9 gebildet ist, gefärbt und aufgeraut.

Daher wird bei einer derartigen Einwirkung des CO₂-Lasers L auf das Substrat 1, wie in Fig. 6 gezeigt, zur Bearbeitung oder Ausbildung der Öffnungen 3a und 4 die Reflexion des CO₂-Lasers L auf der Oberfläche des Kontaktschlusses 2 verringert, wodurch die Temperaturen der in der Nähe der Kontaktschlüsse 2 angeordneten Abschnitte des Substrats 1 erhöht werden können, wodurch sich die Möglichkeit verringern kann, daß ein nicht durch den CO₂-Laser L entferntes Harz in den Bodenabschnitten der Öffnungen 3a

und 4 zurückbleiben kann.

Neben der Metallfolie 9, deren in engem Kontakt mit dem Substrat 1 befindliche Oberfläche oxidationsbehandelt ist, kann auch ein anderer Typ von Metallfolie 9 verwendet werden, dessen in engem Kontakt mit dem Substrat 1 befindliche Oberfläche aufgeraut ist. Die Aufrauhbehandlung kann beispielsweise durch Verwendung einer wässrigen Ätzlösung aus 2% Kupferchlorid und 7% Salzsäure bei einer Temperatur von 30°C und Eintauchen der Metallfolie 9 in die wässrige Ätzlösung für 30 Minuten erreicht werden. Das bedeutet im Fall des Kontaktschlusses 2, der aus der so behandelten Metallfolie 9 gebildet ist, daß dessen in engem Kontakt mit dem Substrat 1 befindliche Oberfläche aufgeraut ist. Entsprechend zum vorstehenden Fall ist bei der Einwirkung des CO₂-Lasers L auf das Substrat 1 zur Bearbeitung desselben und Ausbildung der Öffnungen 3a und 4 darin die Reflexion des CO₂-Lasers L auf der Oberfläche des Kontaktschlusses 2 gering, wodurch die Temperaturen der in der Nähe der Kontaktschlüsse 2 angeordneten Abschnitte des Substrats 1 erhöht werden, was zu einer Verringerung der Möglichkeit führen kann, daß durch den CO₂-Laser L nicht entferntes Harz in den Bodenabschnitten der Öffnungen 3a und 4 zurückbleiben kann.

Wenn, wie vorstehend beschrieben, die Öffnungen 3a und 4 mittels einer Bestrahlung durch einen optischen Strahl gebildet werden, besteht die Gefahr, daß die Harzschicht in den Öffnungen 3a und 4 zurückbleiben kann. Insbesondere wenn der CO₂-Laser L als optischer Strahl verwendet wird, verbleibt eine Harzschicht mit einer Dicke in der Größenordnung von 1 µm aufgrund des Einflusses der Laserwellenlänge leicht zurück. Angesichts dessen werden nach der Bearbeitung des Substrats 1 durch Bestrahlung mit dem optischen Strahl unter Bildung der Öffnungen 3a und 4, welche jeweils aus den Kontaktschlüssen 2 gebildete Bodenoberflächen einschließen, die Seitenoberflächen und Bodenabschnitte der Öffnungen 3a und 3 gewaschen, um dadurch nicht nur das auf den Oberflächen der Kontaktschlüsse 2, welche die Bodenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 bilden, sondern auch das auf den Seitenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 ebenso wie in der Peripherie der Öffnungen 3a und 4 verbliebene Harz zu entfernen. Dadurch kann die Verbindungszuverlässigkeit erhöht werden, wenn wie später diskutiert die Verbindungsdrähte 6 mit den Kontaktschlüssen 2 durch die Öffnungen 4 verbunden werden, und gleichzeitig kann die Einbringungszuverlässigkeit erhöht werden, wenn das elektronische Teil in die als Teilbringungsabschnitt 3 verwendete Öffnung 3a eingebracht wird.

Das vorstehend genannte Waschen zur Entfernung des verbliebenen Harzes auf den Seitenoberflächen und Bodenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 kann durch Behandlung der Öffnungen 3a und 4 mit einer Kaliumpermanganat-Lösung erreicht werden. Insbesondere kann zur Durchföhrung des Waschvorgangs das Substrat 1 mit den darin gebildeten Öffnungen 3a und 4, wie in Fig. 7 gezeigt, in einen Eimer 20 oder dergleichen gebracht und anschließend in eine Kaliumpermanganat-Lösung 21 eingetaucht werden, welche in einem Behandlungsgefäß 19 aufbewahrt wird. Beispielsweise wird zunächst das Substrat 1 in die M.L.B. 211-Lösung, welche von Sipray Inc. hergestellt ist und auf eine Temperatur von 80°C eingestellt ist, für fünf Minuten eingetaucht und dadurch ausgegallert. Danach wird das Substrat 1 in eine Kaliumpermanganat enthaltende Lösung eingetaucht, insbesondere die ebenfalls von Sipray Inc. hergestellte M.L.B. 213-Lösung, und auf eine Temperatur von 80°C für 5 Minuten erhitzt und dadurch oxidiert und zersetzt. Nach Waschen mit Wasser wird das Substrat 1 anschließend in eine 10%-Sulfatlösung für 5 Minuten eingetaucht, um dadurch den Behandlungsrückstand zu neutralisieren. Danach wird in einem

weiteren Waschvorgang für das Substrat 1 mit einer Kaliumpermanganat-Lösung behandelt.

Auch das Verfahren zur Entfernung des auf den Seiten- und Bodenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 verbliebenen Harzes kann durch Bestrahlung der Öffnungen 3a und 4 mit einem Excimer-Laser auf durchgeführt werden. Beispielsweise kann das Waschen, wie in Fig. 8 gezeigt, durch Richten eines Excimer-Lasers E auf die Öffnungen 3a und 4 unter den folgenden Bedingungen durchgeführt werden: eine Bearbeitungsenergieichte von $3,0 \text{ mJ/cm}^2/\text{Puls}$, eine Wiederholfrequenz von 100 Hz und 10 Schüsse. Bei diesem Verfahren zum Waschen der Seitenoberflächen und Bodenabschnitte der Öffnungen 3a und 4 unter Bestrahlung mit einem Excimer-Laser können durch Auswahl der mit dem Excimer-Laser zu bestrahlenden Abschnitte die Abschnitte, welche dem Verfahren unterworfen werden sollen, beliebig ausgewählt werden.

Das Reflexionsvermögen des Excimer-Lasers bezüglich der Metallfolie 9, wie einer Kupferfolie, liegt im allgemeinen im Bereich von 20 bis 30%, und wenn der Excimer-Laser von der Metallfolie 9 auf den Bodenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 reflektiert wird, verringert sich die Effizienz der Entfernung des Harzes. Deshalb werden, wie in Fig. 9 gezeigt, reflektierende Platten 41 in den Peripherien der mit dem Excimer-Laser E zu bestrahlenden Abschnitte angeordnet; das bedeutet, daß der von der Metallfolie 9 reflektierte Excimer-Laser E von den reflektierenden Platten 41 reflektiert wird, wodurch die erneute Einwirkung des Excimer-Lasers auf die Öffnungen 3a und 4 und somit eine Steigerung der Entfernungseffizienz von verbliebenem Ausschluß möglich wird. Zudem kann durch eine derartige Anordnung der reflektierenden Platten 41, daß sie mit dem Excimer-Laser E zu bestrahlenden Abschnitte umgeben, ein Austritt des Excimer-Lasers eingeschränkt und somit die Sicherheit erhöht werden.

Wenn hierbei als Metallfolie (Kupferfolie) 9 eine Metallfolie verwendet wird, welche eine in engem Kontakt mit dem Substrat 1 befindliche aufgeraute Oberfläche einschließt, liegt die aufgeraute Oberfläche des aus der Metallfolie 9 gebildeten Kontaktschlusses den Bodenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 gegenüber, wodurch sich die Gefahr einer Verringerung der Verbindungszuverlässigkeit bei Verbindung und Anschluß des Verbindungsdrahtes 6 an den Kontaktschluß 2 durch die Öffnung 4 erhöht. Da andererseits der Excimer-Laser bei kurzer Wellenlänge im Ultraviolett-Bereich arbeitet, stellt er nicht nur bezüglich des Harzes, sondern auch des Metalls, wie Kupfer, einen hohen Absorptionsfaktor zur Verfügung. Daher kann bei der Durchführung des Waschvorgangs zur Entfernung des verbliebenen Ausschusses innerhalb der Öffnungen 3a und 4 mittels Bestrahlung der Öffnungen 3a und 4 mit dem Excimer-Lasers, wie im vorstehend genannten Fall, gleichzeitig mit der Entfernung des verbliebenen Ausschusses die extreme Oberflächenschicht (mit einer Dicke in der Größenordnung von $1 \mu\text{m}$) der Metallfolie 9 jeder der Bodenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 geschmolzen werden, wodurch die aufgeraute Oberfläche der Metallfolie 9 jeder der Öffnungen 3a und 4 geglättet werden kann. Zudem kann zusätzlich zur Glättung der aufgerauten Oberfläche der Metallfolie 9 die Oberfläche der Metallfolie 9 gereinigt werden. Da zudem der Excimer-Laser nicht nur bei kurzer Wellenlänge arbeitet, sondern auch auf eine Bearbeitungsrate in der Größenordnung von μm gesteuert werden kann, kann durch die Verwendung des Excimer-Lasers eine mögliche Beschädigung der Metallfolien 9 verringert werden. Daß heißt, die Möglichkeit der Verursachung eines Durchgangsloches oder eines Risses in der Metallfolie 9 kann verringert werden.

Bei der Durchführung nicht nur der Entfernung des ver-

bliebenen Harzes in den Öffnungen 3a und 4, sondern auch der Glättung und Reinigung der Metallfolie 9 auf den Bodenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 mittels Bestrahlung mit dem Excimer-Laser, wie im vorstehenden Fall, können die Excimer-Laser-Bestrahlungsbedingungen vorzugsweise aus dem Bereich von 3 bis 10 J/cm^2 und 10 bis 30 Schüssen eingestellt werden. Wenn die Energie der Excimer-Laserbestrahlung unterhalb dieses Bereichs liegt, also dessen Stärke weniger als 3 J/cm^2 und die Zahl der Schüsse weniger als 10 beträgt, kann die Glättung und Reinigung der Metallfolie 9 auf den Bodenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 nicht befriedigend erreicht werden; und wenn andererseits die Energie der Excimer-Laserbestrahlung über diesem Bereich liegt, also dessen Stärke weniger als 10 J/cm^2 und die Anzahl der Schüsse mehr als 30 beträgt, kann die Glättung der Metallfolie 9 erreicht werden, aber es besteht die Gefahr, daß aufgrund des Einflusses der Schockwellen eines derartigen Hochenergie-Excimer-Lasers neue unebene Abschnitte in den Metallfolien 9 ausgebildet werden können.

Auch bei der Durchführung nicht nur der Entfernung des verbliebenen Harzes in den Öffnungen 3a und 4, sondern auch der Glättung und Reinigung der Metallfolien 9 auf den Bodenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 mittels Bestrahlung mit dem Excimer-Laser, wie im vorstehenden Fall, kann der Excimer-Laser vorzugsweise unter Aufzeichnung des reflektierten Lichts des Excimer-Lasers eingesetzt werden. Die Aufzeichnung des reflektierten Lichts des Excimer-Lasers kann durch Verwendung eines Energiemeßgeräts 58 erreicht werden. Wie in Fig. 10 gezeigt ist das Energiemeßgerät 58 in Nachbarschaft zum Strahlenabschnitt des Excimer-Lasers E angeordnet und vorzugsweise kann das Energiemeßgerät 58 an einer derartigen Position angeordnet werden, an der sich das reflektierte Licht nicht in den Schatten der Wandoberflächen der Öffnungen 3a und 4 befindet, und zudem kann das Energiemeßgerät 58 vorzugsweise an einer derartigen Position angeordnet werden, die bezüglich zur Oberfläche im rechten Winkel zur Bestrahlungsoberfläche des Excimer-Lasers E einen großen Winkel aufweist. Im frühen Stadium der Bestrahlung mit dem Excimer-Laser ist, da an den Oberflächen der Metallfolien 9 an den Bodenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 immer noch unebene Abschnitte vorhanden sind, die Diffusionsreflexion des Excimer-Lasers groß und somit die Menge an in das Energiemeßgerät 58 eingehenden reflektiertem Licht hoch. Wenn jedoch die Bestrahlung mit dem Excimer-Laser kontinuierlich durchgeführt wird, werden die Oberflächen der Metallfolien 9 auf den Bodenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 aufgrund der geschmolzenen Oberflächenschichten der Metallfolien 9 geglättet, so daß die Diffusionsreflexion des Excimer-Lasers verringert und somit die Menge an in das Energiemeßgerät 58 eingehendem Licht verringert wird. Daß heißt, wenn die Bestrahlung mit dem Excimer-Laser unter Überwachung des reflektierten Lichts des Excimer-Lasers durch das Energiemeßgerät 58 durchgeführt wird, kann nicht nur der Grad der Glätte der Oberflächen der Metallfolien 9 auf den Bodenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 gesteuert werden, sondern können auch die Veränderungen des Grades der Glätte der Oberflächen der Metallfolien 9 auf den Bodenoberflächen 3a und 4 verringert werden.

Wenn nicht nur das verbliebene Harz in den Öffnungen 3a und 4 entfernt, sondern auch die Metallfolien 9 auf den Bodenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 geglättet und gereinigt werden, kann vorzugsweise auch ein Kurzpuls-Infrarotlaser verwendet werden. Da ein Laser im allgemeinen Infrarotbereich mit einer Pulsbreite in der Größenordnung von μs einen großen Absorptionskoeffizienten bezüglich der Metallfolien 9, wie einer Kupferfolie, bei der thermischen Be-

arbeitung zeigt, wird selbst bei Ausrichtung des derartigen Lasers auf die Oberfläche der Metallfolie 9 dessen Laserstrahl größtenteils reflektiert und die verbliebenen Teile des Laserstrahls ebenfalls innerhalb der Metallfolie 9 thermisch diffundiert, wodurch die Glättung der Oberfläche der Metallfolie 9 erschwert wird. Wenn andererseits ein Kurzpuls-Infrarotlaser im Infrarotbereich, aber mit einer Pulsbreite von 10^{-15} bis 10^{-12} (das heißt 1 bis 1000 femto-) verwendet wird, stellt der Laser nicht nur eine hohe Spitzenenergie zur Verfügung, sondern ändert sich auch der Arbeitszustand von thermischer Bearbeitung zur Abriebbearbeitung, wodurch eine Bearbeitung der Metallfolie 9, wie einer Kupferfolie, möglich wird und dadurch die Metallfolien 9 auf den Bodenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 geglättet und gereinigt werden können. Als Bestrahlungsbedingungen des Kurzpuls-Infrarotlasers können vorzugsweise 10 bis 50 J/cm² und 10 bis 50 Schüsse und eine Pulsbreite vorzugsweise in der Größenordnung von 10 bis 50 fs ausgewählt werden.

Das Waschen zur Entfernung des verbliebenen Harzes auf den Seitenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 ebenso wie auf den Bodenabschnitten der Öffnungen 3a und 4 kann ebenfalls durch Behandlung der Öffnungen 3a und 4 mit Plasma erreicht werden. Beispielsweise wird nach Evakuierung eines Vakuumbehälters 22 auf 0,0001 Torr ein aus Argas (Strömungsgeschwindigkeit: 50 cm³/min) und Sauerstoffgas (Strömungsgeschwindigkeit: 50 cm³/min) bestehendes Gasgemisch in den Vakuumbehälter 22 eingeleitet oder nach Bedarf CF₄ (Strömungsgeschwindigkeit: 50 cm³/min) zusätzlich in den Vakuumbehälter 22 eingeleitet, wodurch der Druck des Innenteils des Vakuumbehälters 22 auf 0,1 Torr eingestellt wird. Danach wird das Substrat 1 mit den darin gebildeten Öffnungen 3a und 4 in den Vakuumbehälter 22 auf die in Fig. 11 gezeigte Weise gegeben und für einige Minuten eine Plasmaanwendungsleistung von 60 W (mit einer Hochfrequenz von 13,56 MHz) zur Erzeugung von Plasma 23 angelegt, so daß die Seitenoberflächen und Bodenabschnitte der Öffnungen 3a und 4 mit dem so erzeugten Plasma gewaschen werden können.

Weiterhin kann das Waschen zur Entfernung des verbliebenen Harzes auf den Seitenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 ebenso wie auf den Bodenabschnitten der Öffnungen 3a und 4 auch durch Sandstrahlen der Öffnungen 3a und 4 erreicht werden. Beispielsweise wird Aluminiumoxidpulver mit einem Teilchendurchmesser von 5 µm als Abriebsmittel 24 verwendet, und die Abriebsmittel 24 werden auf das Substrat 1 von der Seite, auf der sich die Öffnungen der Öffnungen 3a und 4 befinden, für mehrere Minuten bei einem Luftdruck von 5 kg/cm² mittels einer Sandstrahlvorrichtung gegeben, wie in Fig. 12 gezeigt, wodurch die Sandstrahlbehandlung der Öffnungen 3a und 4 erreicht wird. Da das Sandstrahlen eine anisotrope Bearbeitung darstellt, bei der nur die Oberflächen der mit den Abriebsmitteln 24 kollidierenden Öffnungen 3a und 4 behandelt oder sandgestrahlt werden, kann das Harz der inneren peripheren Oberflächen der Öffnungen 3a und 4 vor Schaden bewahrt werden.

Durch die vorstehend beschriebenen Schritte wird die erfindungsgemäße gedruckte Schaltungsplatte A hergestellt. Die elektrischen Teile 5, wie ein IC oder dergleichen, werden in die als Teileinbringungsabschnitt dienende Öffnung 3a eingebracht und an dem Kontaktschluß 2 befestigt (als Ergebnis besitzt der Kontaktschluß eine Haltefunktion für die elektrischen Teile 5). Danach werden die elektrischen Teile 5 und der Kontaktschluß 2 durch das Verbindungsdrath 6 durch die Verbindungsdrathöffnung 4 verbunden. Anschließend wird, wie in Fig. 1(a) gezeigt, das Versiegelungsharz 7 aufgesossen, um das IC-Kartenmodul herzustellen. Bei dieser Ausführungsform sind die Öffnungen 3a

für den Teileinbringungsabschnitt 3a im Substrat 1 gebildet. Es ist möglich, daß die Oberfläche des Substrats 1 als Teileinbringungsabschnitt 3 dient, so daß die elektrischen Teile, wie in Fig. 1(b) gezeigt, anstatt in der Öffnung 3a darauf befestigt werden.

Nebenbei bemerkt ist in Fig. 13(a) ein Zustand gezeigt, bei dem das Substrat 1 unter Verwendung eines CO₂-Lasers als optischer Strahl und unter den Bedingungen einer Bearbeitungsenergie von 16,7 mJ/p, einem Oszillationsstromwert von 13,0 A, einer Pulsbreite von 16 µs und 3 Schüssen zur Ausbildung der Öffnungen 3a und 4 des Substrats 1 bearbeitet wird, wobei das Harz 67 in den Bodenabschnitten der Öffnungen 3a und 4 zurückbleibt. Hierbei ist das Substrat 1 aus einer Glasplatte 1a mit aufgebrachtener Epoxidsschicht mit einer Dicke von 70 µm gebildet, während die Metallfolie 9 aus einer Kupferfolie mit einer Dicke von 18 µm gebildet ist. In Fig. 14(a) ist ein mittels eines Rasterelektronenmikroskops (SEM) aufgenommenes Bild gezeigt, bei welchem die in Fig. 13(a) gezeigten Öffnungen 3a und 4 fotografiert sind, und in Fig. 14(b) ist ein weiteres SEM-Bild gezeigt, bei welchem die Öffnungen 3a und 4 auf weiter vergrößerte Weise fotografiert sind. In Fig. 13(b) ist ein Zustand gezeigt, bei welchem das auf den Bodenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 verbliebene Harz 67 durch Bestrahlen der Öffnungen 3a und 4 mit dem Excimer-Laser entfernt ist, während Fig. 15(a) ein SEM-Bild darstellt, bei welchem die Bodenoberflächen der laserbestrahlten Öffnungen 3a und 4 fotografiert sind. In Fig. 13(c) ist ein Zustand gezeigt, bei welchem die Oberfläche der Metallfolie 9 auf jeder der Bodenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 durch Waschen der Öffnungen 3a und 4 mit Salzsäure geglättet ist, während Fig. 15(b) ein SEM-Bild darstellt, bei welchem die Bodenoberflächen der derart säuregewaschenen Öffnungen 3a und 4 fotografiert sind. In Fig. 13(d) ist ein Zustand gezeigt, bei welchem die Oberfläche der Metallfolie 9 jeder der Bodenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 mit einer Deckplattierschicht 10b, welche aus einer Kombination einer Ni-Plattierung mit einer Dicke von 1 µm und einer Au-Plattierung mit einer Dicke von 0,3 µm besteht, versehen ist, während Fig. 15(c) ein SEM-Bild darstellt, bei welchem die Bodenoberflächen der derart oberflächenplattierten Öffnungen 3a und 4 fotografiert sind. Wie aus den in den Fig. 15(a) bis (c) gezeigten SEM-Bildern ersichtlich ist, kann bestätigt werden, daß das verbliebene Harz 67 auf den Bodenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 durch Bestrahlung mit dem Excimer-Laser entfernt werden kann, und aufgrund des Waschens mit Säure nicht nur die Oberflächen der Metallfolien 9 auf den Bodenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 geglättet, sondern auch der Zustand der Deckplattierschicht 10b verbessert werden kann.

Auch die Fig. 16 und 17 sind jeweils SEM-Bilder, bei welchen die Oberflächenzustände der Metallfolien 9 auf den Bodenoberflächen der Öffnungen 3a und 4 fotografiert sind, wobei die Öffnungen 3a und 4 des Substrats 1 mit einem Excimer-Laser auf die in Fig. 8 gezeigte Weise unter Änderung der Excimer-Laserstrahlungsbedingungen bestrahlt wurden. Insbesondere zeigen die Bilder auf der linken Seite von Fig. 16 jeweils die Oberflächenzustände der Metallfolie 9 bei Bestrahlung mit dem Excimer-Laser mit 5 Schüssen unter den Bedingungen von 1,1 J/cm², 1,8 J/cm², 2,5 J/cm², 3,2 J/cm², 3,9 J/cm², 4,6 J/cm² und 5,3 J/cm² in abnehmender Reihenfolge; während die Bilder auf der rechten Seite von Fig. 16 jeweils die Oberflächenzustände der Metallfolie 9 bei Bestrahlung mit dem Excimer-Laser mit 10 Schüssen unter den Bedingungen von 1,1 J/cm², 1,8 J/cm², 2,5 J/cm², 3,2 J/cm², 3,9 J/cm², 4,6 J/cm² und 5,3 J/cm² in abnehmender Reihenfolge darstellen. Zudem zeigen die Bilder auf der linken Seite von Fig. 17 jeweils die Oberflächenzustände

flächen des Substrats 1 sandgestrahlt. Beispielsweise wird Aluminiumoxid-Pulver mit einem Teilchendurchmesser von 5 µm als Abrieblmittel 24 verwendet, daß heißt, daß das Sandstrahlen durch Aufbringen des Abrieblmittels 24 bei einem Luftdruck von 5 kg/cm² für mehrere Minuten mittels einer Sandstrahlvorrichtung durchgeführt werden kann. Wenn die Abrieblmittel 24 unter Sandstrahlung auf die Oberflächen des Substrats 1 auf diese Weise aufgebracht werden, wird, wie in Fig. 22(c) gezeigt, nicht nur eine Einwirkung des Abrieblmittels 24 durch die Öffnungen 31b auf die Abschnitte des Substrats 1, welche nicht mit den Strahlresists 30 bedeckt sind, unter Bildung der Öffnungen 3a und 4 im Substrat 1 veranlaßt, sondern auch eine Einwirkung der Abrieblmittel 24 durch die Öffnungen 31b auf die Abschnitte der Metallfolie 9, welche den Abschnitten des Substrats 1 entsprechen, die nicht mit den Strahlresists 30 bedeckt sind, wodurch die Metallfolie 9 zur Konfiguration einer Schaltung und Bildung der Kontaktanschlüsse 2 darin bearbeitet wird. Da das Sandstrahlen ein anisotroper Bearbeitungs-schritt ist, bei welchem nur die mit den Abrieblmitteln 24 kollidierenden Oberflächen bearbeitet werden, kann das in den inneren peripheren Oberflächen der Öffnungen 3a und 4 verwendete Harz vor Schaden bewahrt werden.

Nach der Durchführung des Sandstrahlens unter Bildung der Kontaktanschlüsse 2 und der Öffnungen 3a und 4 im Substrat 1 auf vorstehende Weise werden, wie in Fig. 22(d) gezeigt, die freigelegten äußeren Oberflächen der Kontaktanschlüsse 2 jeweils mit Ni und glänzendem Au unter Bildung von Deckplattierschichten 10a darauf plattiert, anschließend die Plattierschichten jeweils an die freigelegten äußeren Oberflächen der Kontaktanschlüsse 2 gebunden und die den Bodenabschnitten der Öffnungen 3a und 4 gegenüberliegenden Oberflächen der Kontaktanschlüsse 2 jeweils mit Ni und nicht glänzendem Au unter Bildung der in Fig. 22(e) gezeigten Deckplattierschicht 10b plattiert, und anschließend werden die Plattierschichten entfernt, wodurch ein gedrucktes Schaltungsplatte A vervollständigt ist.

Gemäß einer ersten erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird ein Verfahren zur Herstellung einer gedruckten Schaltungsplatte bereitgestellt, welche ein durch direktes und enges Anbringen einer Metallfolie auf mindestens einer Oberfläche der Schaltungsplatte gebildetes Schaltmuster und jeweils von der anderen Oberfläche der Schaltungsplatte gebildete Öffnungen zur elektrischen Verbindung des Schaltmusters dadurch einschließt, wobei das Verfahren die Schritte umfaßt:

Bildung der Öffnungen von der anderen Oberflächenseite der Schaltungsplatte; und
Glätten einer Oberfläche der Metallfolie an der Öffnungs-seite durch einen Ultraviolett-Laser.

Gemäß einer zweiten erfindungsgemäßen Ausgestaltung dient die Öffnung zur Einführung eines Verbindungsdrahts.

Gemäß einer dritten erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird die Öffnung mit einem Lötlötmetall gefüllt, um eine Löt-kugel auszubilden.

Gemäß einer vierten erfindungsgemäßen Ausgestaltung werden die Öffnungen durch einen optischen Strahl einschließlich eines CO₂-Lasers gebildet.

Gemäß einer fünften erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird ein Substrat verwendet, dessen beide Oberflächen mit Metallfolien beschichtet sind, und nach dem Ätzen der Metallfolie unter Bildung einer Öffnung wird ein CO₂-Laser mit einem Strahl mit einem größeren Durchmesser als die Öffnung auf den Öffnungsabschnitt gerichtet, um dadurch Öffnungen im Substrat zu bilden.

Gemäß einer sechsten erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird ein Substrat verwendet, das mit einer Metallfolie, deren anliegende Oberfläche oxidiationsbehandelt wurde, oder

mit einer oxidiationsbehandelten Metallfolie, deren anliegende Kontaktfläche einer Aufrauhbehandlung unterzogen wurde, beschichtet ist.

Gemäß einer siebten erfindungsgemäßen Ausgestaltung schließt die Oberfläche einer Metallfolie auf der anderen Oberfläche des Substrats zur Ausbildung der Öffnungen mittels Bestrahlung einer Oberfläche des Substrats mit einem CO₂-Laser mindestens ein Wärmeschild oder ein Kühlrohr ein.

Gemäß einer achten erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird bei der Bestrahlung des Substrats mit einem CO₂-Laser unter Bildung der Öffnungen ein Strahlabschwächungsfilter im Zentrum des optischen Strahlengangs angeordnet.

Gemäß einer neunten erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird der Excimer-Laser auf die Öffnungen gerichtet, während dessen reflektiertes Licht überwacht wird.

Gemäß einer zehnten erfindungsgemäßen Ausgestaltung werden die Öffnungen mit Plasma behandelt.

Gemäß einer elften erfindungsgemäßen Ausgestaltung werden die Öffnungen mittels Sandstrahlen behandelt.

Gemäß einer zwölften erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird ein Substrat mit darauf beschichteten Metallfolien verwendet, werden ein oder mehrere Laser von SHG-YAG-Laser, THG-YAG-Laser, SHG-YLF-Laser und THG-YLF-Laser auf das Substrat gerichtet, um dadurch Öffnungen zu bilden, und die Metallfolien zur Konfiguration einer Schaltung bearbeitet, um dadurch Kontaktanschlüsse zu bilden.

Wie vorstehend beschrieben umfaßt eine gedruckte Schaltungsplatte ein Substrat 1 einschließlich eines Teileinbringungsabschnitts 3, in dem ein elektrisches Teil 5 eingebracht werden kann, eine Vielzahl von Kontaktanschlüssen 2, die jeweils auf einer Oberfläche des Substrats 1 ausgebildet sind und deren Oberflächen nach außen unter Bereitstellung externer Kontakte freigelegt sind, sowie jeweils in der anderen Oberfläche des Substrats 1 ausgebildeten Öffnungen 4 zur Einfügung von Verbindungsdrähten 6, die zur Verbindung des in den Teileinbringungsabschnitt 3 des Substrats einzubringenden elektronischen Teils 5 mit den verbundenen Kontaktanschlüssen 2 verwendet werden. Bei der gedruckten Schaltungsplatte ist jeder Kontaktanschluß 2 aus einer Metallfolie 9 gebildet, die direkt und eng an dem Substrat 1 angebracht ist. Dadurch kann eine Verringerung der Hitzebeständigkeit eines gedruckten Schaltungsplattes verhindert werden, welche auftritt, wenn die zur Bildung der Kontaktanschlüsse 2 verwendete Metallfolie unter Verwendung eines Haftmittels mit dem Substrat 1 verbunden ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer gedruckten Schaltungsplatte, welche ein durch direktes und enges Anbringen einer Metallfolie (9) auf mindestens einer Oberfläche der Schaltungsplatte gebildetes Schaltmuster und jeweils von der anderen Oberfläche der Schaltungsplatte gebildete Öffnungen (3a, 4, 104) zur elektrischen Verbindung des Schaltmusters dadurch einschließt, wobei das Verfahren die Schritte umfaßt: Bildung der Öffnungen (3a, 4, 104) von der anderen Oberflächenseite der Schaltungsplatte; und Glätten einer Oberfläche der Metallfolie (9) an der Öffnungs-seite durch einen Ultraviolett-Laser.
2. Verfahren zur Herstellung einer gedruckten Schaltungsplatte nach Anspruch 1, wobei die Öffnung (4) zur Einführung eines Verbindungsdrahts (6) dient.
3. Verfahren zur Herstellung einer gedruckten Schaltungsplatte nach Anspruch 1, wobei die Öffnung (104) mit einem Lötlötmetall (116) gefüllt wird, um eine Löt-kugel (117) auszubilden.

FIG. 1 (a)

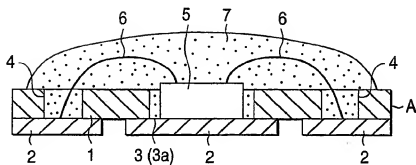


FIG. 1 (b)

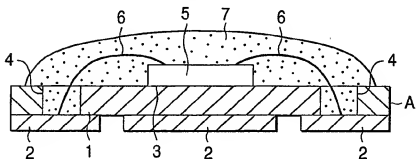


FIG. 1 (c)

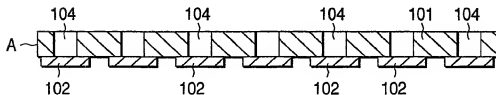


FIG. 1 (d)

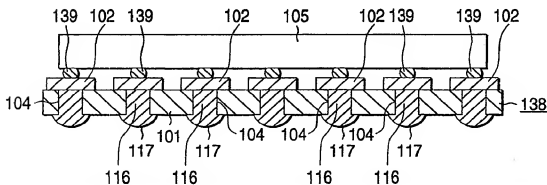


FIG. 2 (a)

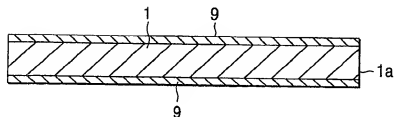


FIG. 2 (b)

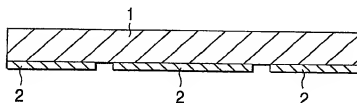


FIG. 2 (c)

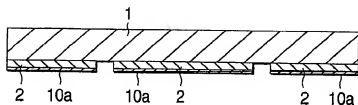


FIG. 2 (d)

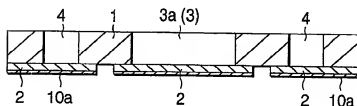


FIG. 2 (e)

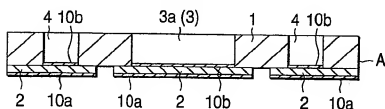


FIG. 3 (a)

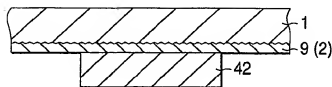


FIG. 3 (b)

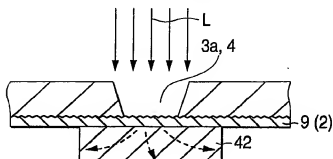


FIG. 4 (a)

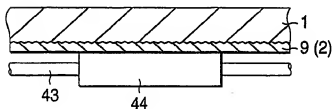


FIG. 4 (b)

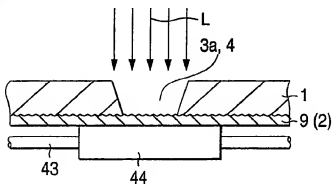


FIG. 5 (a)

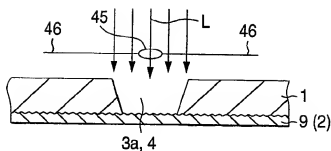


FIG. 5 (b)

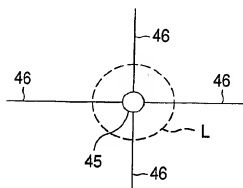


FIG. 5 (c)

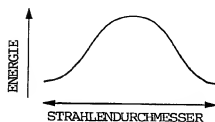


FIG. 6

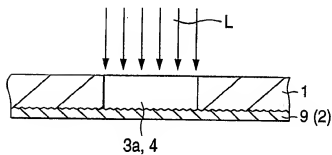


FIG. 7

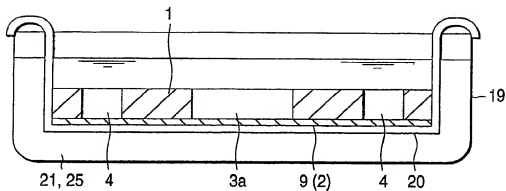


FIG. 8

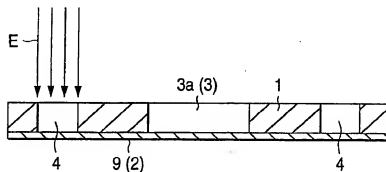


FIG. 9

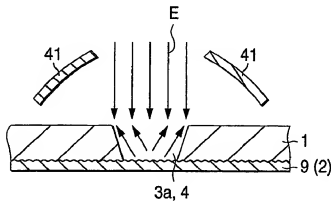


FIG. 10

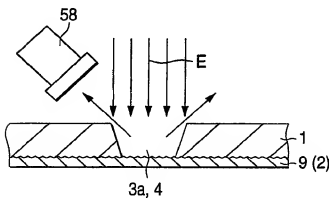


FIG. 11

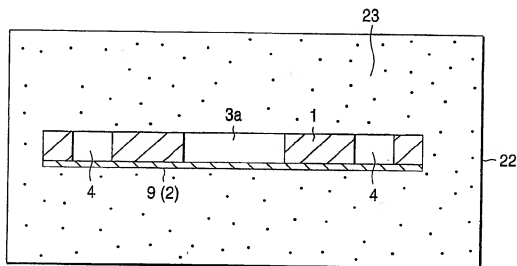


FIG. 12

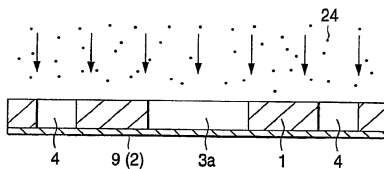


FIG. 13 (a)

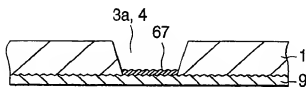


FIG. 13 (b)

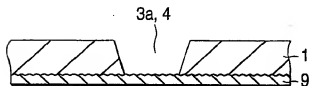


FIG. 13 (c)

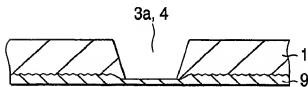


FIG. 13 (d)

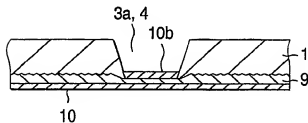


FIG. 14 (a)

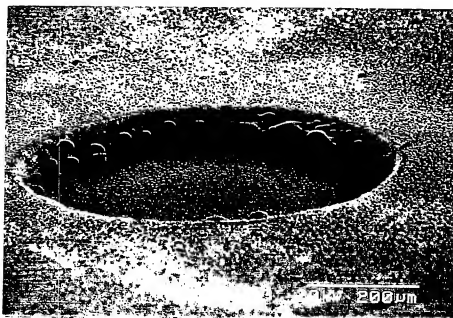


FIG. 14 (b)

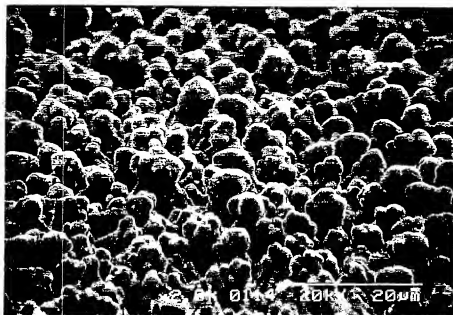


FIG. 15 (a)

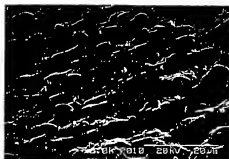


FIG. 15 (b)



FIG. 15 (c)



FIG. 16

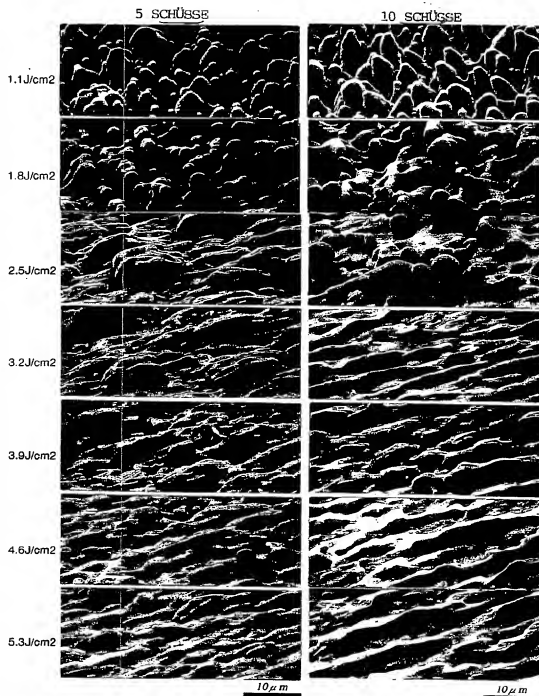


FIG. 17

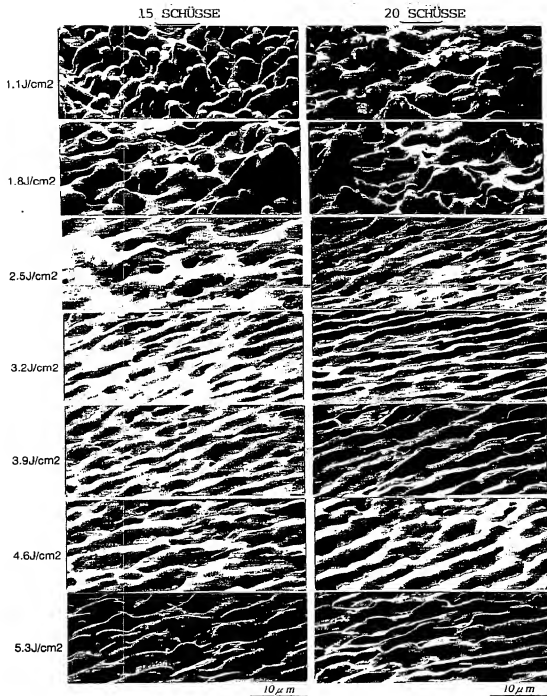


FIG. 18

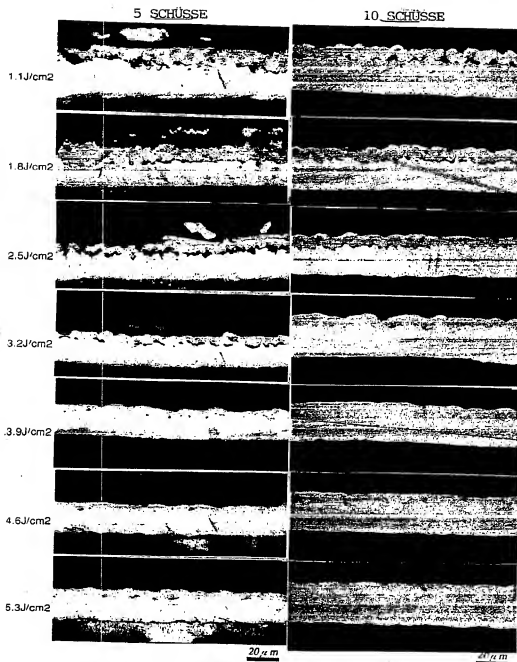


FIG. 19

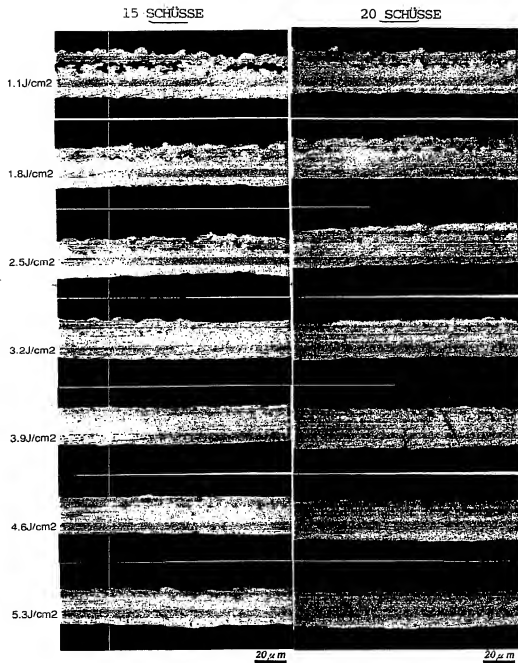


FIG. 20 (a)

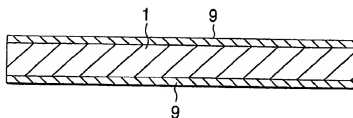


FIG. 20 (b)

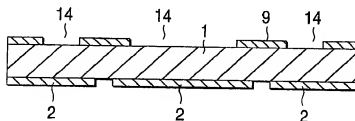


FIG. 20 (c)

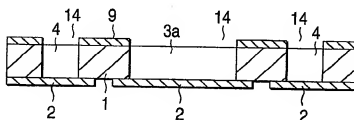


FIG. 21

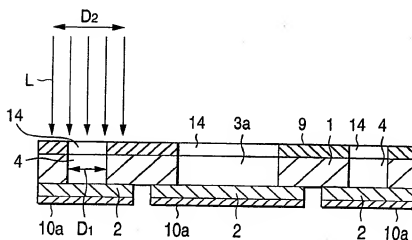


FIG. 22 (a)

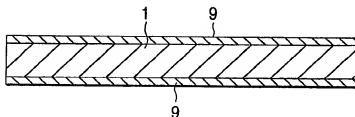


FIG. 22 (b)

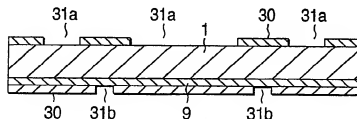


FIG. 22 (c)

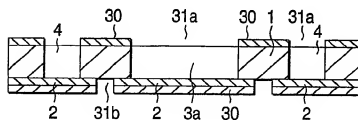


FIG. 22 (d)

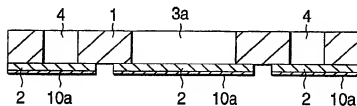


FIG. 22 (e)

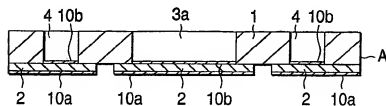


FIG. 23

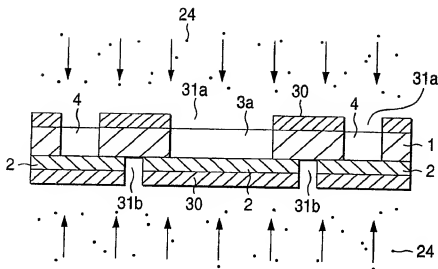


FIG. 24 (a)

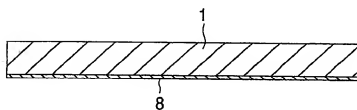


FIG. 24 (b)

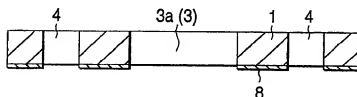


FIG. 24 (c)

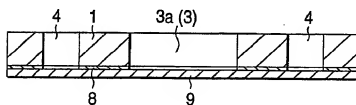


FIG. 24 (d)

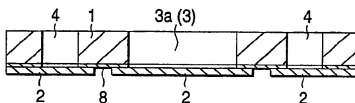


FIG. 24 (e)

